

端义宏. 中央气象台天气预报服务业务的过去、现在和将来[J]. 气象, 2010, 36(7): 5-11.

# 中央气象台天气预报服务业务的过去、现在和将来

端义宏

国家气象中心, 北京 100081

**提 要:** 中央气象台成立到今天, 已经走过 60 年的风雨历程。文章回顾中央气象台天气预报业务的发展历程、总结中央气象台天气预报业务的现有成就、展望中央气象台预报业务的未来, 使我们更加坚定预报业务发展的信心。

**关键词:** 发展历程, 天气预报业务, 中央气象台, 回顾和展望

## The Past, Present and Future for the Weather Operational Forecasts of the Central Meteorological Office

DUAN Yihong

National Meteorological Center, Beijing 100081

**Abstract:** The Central Meteorological Office (CMO) has experienced an extraordinary, 60-year development course since its establishment in 1950. Reviewing the past development course of weather operational forecasts at the CMO, summarizing the present achievements obtained from weather operational forecasts and looking to the future goals, we have even more strengthened our confidence in the development of weather operational forecasts.

**Key words:** development course, weather operational forecasts, Central Meteorological Office (CMO), review and outlook

1950 年 3 月 1 日, 中央军委气象局组建了中央气象台, 建台初期下设天气预报组、电信组、观测组和机要组等 4 个机构, 仅有 40 余名工作人员。1953 年 8 月 1 日, 更名为中央气象局中央气象台, 正式对公众发布天气预报。中央气象台成立到今天, 已经走过 60 年的风雨历程。天气预报作为中央气象台的主要业务工作, 在几代气象人的共同努力下, 经历了从无到有、从小到大的过程, 现在中央气象台预报已经成为全国人民日常生活中必不可少的内容、成为党中央国务院应对气象灾害必不可少的参谋、成为国际气象同行中一支重要力量。在此之际, 回顾中央气象台天气预报业务的发展历程、总结中央气象台天气预报业务的现有成就、展望中央气象台预报业务的未来, 将会使我们更加坚定天气预报业

务发展的信心。谨以此文庆祝中央气象台成立 60 周年。

### 1 回顾过去(1950—1977 年)

这是一段特殊时期, 中央气象台的业务必然也打上深深的历史烙印。它经历了 1950—1965 年的艰苦创业阶段和 1966—1977 年的风雨飘摇阶段。

#### 1.1 天气预报业务建立

建台初期, 1950 年 11 月 27 日中央气象台预报组与中国科学院地球物理所成立了联合天气预报中心, 在老一代预报员中称为“联心”。当时在中央气象台的“联心”集中了北京著名的气象科学家, 其主

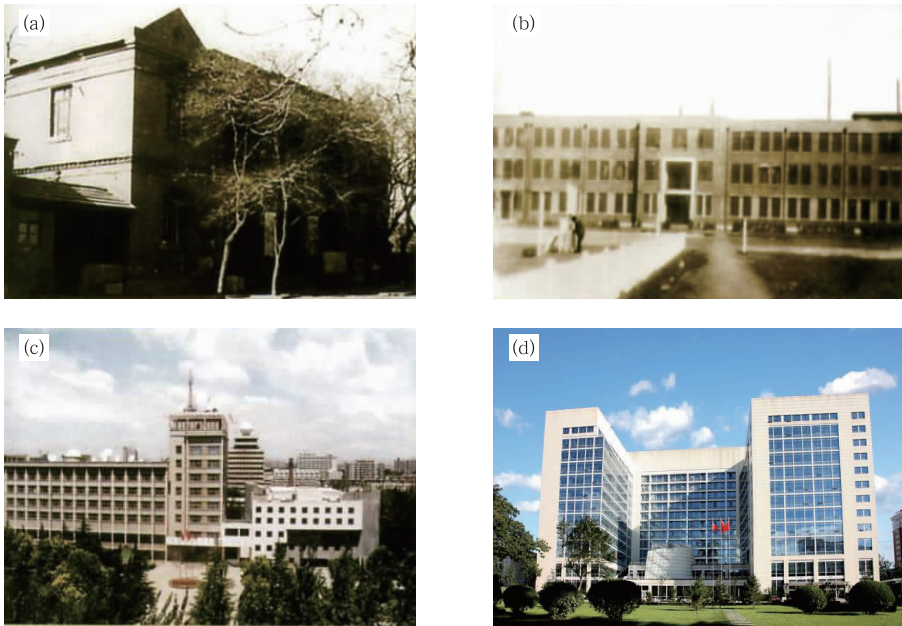


图 1 中央气象台的变迁

(a) 1950 年的畅观园; (b) 20 世纪 50—70 年代的业务楼;  
(c) 1980—2003 年的办公楼; (d) 2003 年以后的办公楼

Fig. 1 Construction changes of the Central Meteorological Office

(a) the "Changuanyuan Mansion in 1950, (b) the business building during 1950s—1970s,  
(c) the office building during 1980—2003, and (d) the office building after 2003

任是顾震潮、副主任是陶诗言,成员包括中国科学院地球物理所的杨鉴初、刘匡南、朱抱真、罗四维等,中央气象台的陈玉樵、章淹、陈汉耀、牟维丰等,“联心”的成立为天气预报业务建立和发展发挥了重要作用,培养了大批气象科技人才(图 2)。1955 年底“联心”撤消时,中央气象台的组建工作基本完成,已经具备了所需的各种天气图表,开展了天气学方法的短期天气预报;用苏联自然周期天气的中期天气方法投入了日常业务;用杨鉴初的历史演变法和苏联

穆尔坦诺夫的长期预报方法开展了月和季的长期预报。20 世纪 50 年代中期,中央气象台在业务工作上加强了台风联防、霜冻区域性预报,冰雹、寒潮大风等灾害性天气预报;成立了中、长期预报组,定期发行《每月全国气候公告》。同时,中央气象台的天气预报业务迅速扩大,天气分析和预报质量有了很大提高,顺利完成了对国内建设、国防安全和抗美援朝提供预报的任务。



图 2 20 世纪 60 年代中央气象台技术人员工作场景

Fig. 2 Working situations of meteorological professional staff members at the CMO in the 1960s

1966—1976 年 10 年间,中央气象台的各种业务不可避免地受到了干扰和破坏,但即使在这样的

艰难日子里,广大气象工作者仍怀着强烈的事业心和责任感,克服重重困难,坚守工作岗位(图 3),气

象资料的连续性基本得到了保证,天气预报业务一天也没有停下来,曾多次得到周恩来总理及国务院的表扬。1969年3号台风是历史上罕见的强台风,影响范围很大,中央气象台准确地预报了台风登陆时间和地点,由于提前做好防台的准备和采取各种措施,减少经济损失几十亿元。1970年,通过与中国科学院大气物理研究所合作,建立起气象卫星云图接收和应用业务。1972年美国尼克松访华



期间,及时准确的天气预报为我国的气象工作赢得了荣誉。1975年8月4—8日,河南省的汝河、沙河、颍河、唐河和白河流域上游的浅山丘陵地区发生了我国历史上罕见的特大暴雨,受灾人口上千万,中央气象台全力排干扰,在政府部门组织防灾救灾抗灾工作中发挥了重要作用。在此期间,天气图作为天气预报的主要工具,由填图员手工填图,预报员手工分析,这种方式沿用了30年。



图3 20世纪70年代中期中央气象台预报人员工作场景

Fig. 3 Working situations of weather forecasters at the CMO in the mid 1970s

到1978年改革开放初期,中央气象台天气预报业务已经发展到发布24、48小时降水落区预报,48小时地面形势预报,每旬制作旬天气趋势预报等,并通过中央电视台向公众提供24小时全国天气预报。中央气象台发布的天气预报节目,渐渐成为全国家喻户晓的知名品牌。

## 1.2 数值预报开始起步

我国数值天气预报的理论研究工作从1954年开始的,当时国际上也是刚刚试验成功在电子计算机上做出24小时正压500 hPa北美形势预报。数值预报前期发展分为两个阶段,第一阶段准备时期(1954—1959年);根据1956年国家12年科技发展远景规划,力争在国产电子计算机问世后,在最短的时间内,做出数值天气预报的前期准备。为此,进行了手算方法解预报方程,简化预报方程的研究及对地形、热源天气演变的作用等大量工作;第二阶段正压过滤模式时期(1960—1966年):在1959年我国104电子计算机研制成功后,由于事先充分的准备,当年就制作出正压500 hPa形势预报,经过较大规模的试验和改进,1960年2月正式将24小时和48小时的高空形势预报提供给预报员使用。以绝对误差 $\leq 40$  gpm为正确标准,对1961—1964年欧亚区域平均误差进行评定,48小时的准确率达65%,

1965年3月,经原中央气象局批准,正式向全国发布48小时500 hPa形势预报。从时间上看,虽然比日本气象厅开始发布业务预报晚6年,但这完全是依靠中国自己的力量完成。这期间,在台风季节,开展了台风路径数值预报试验,也有一定参考价值。直到20世纪70年代末,数值预报工作者曾先后尝试过两层模式、简单的北半球正压过滤模式、三层原始方程模式的开发和试验,但由于当时特殊的历史原因以及通信能力和计算机资源的限制,没有能够建立起真正意义上的数值预报业务。

## 2 了解现在(1978—2010年)

1978年3月,中央气象台开始进行天气预报业务系统的现代化建设。强调数值预报产品和以气象学理论为指导的预报员经验相结合,打破了传统的仅仅依靠天气图预报天气的操作流程,建立起以计算机为工作平台,从资料收集、加工处理到分析预报决策及气象服务等一整套现代化的预报业务流程,同时人才队伍也得到壮大。

近年来,经过探索和借鉴国际先进发达国家经验,中央气象台提出以专业化业务中心建设发展思路,先后成立了中国气象局台风与海洋气象预报中心、开展专业气象预报服务的应用气象室以及强天

气预报中心,为加强气象为农服务工作成立了农业气象中心。通过专业化发展来促进预报准确率和精细化程度提高。明确中央气象台在全国天气预报业务方面的技术辐射和产品指导的引领作用,不断调整和完善天气预报指导产品的内容、形式。中央气象台指导能力不断提高。

## 2.1 天气预报业务发展迅速

改革开放以来的 30 年,国家级天气预报业务持续发展,天气预报准确率稳步提高,预报业务指导能力明显增强,为社会进步、经济发展、气象防灾减灾做出了重要贡献。目前,中央气象台已建立比较完善的暴雨、强对流、寒潮、高温、大雾、沙尘暴等各类

灾害性天气的监测预报警报业务体系,并取得成效;天气预报准确率明显提高,近 10 年 24 小时暴雨预报 TS 评分提高 5%,开展了 6 小时间隔定量降水预报,定量降水预报准确率稳中有升。中期天气预报开展旬降水量、平均温度距平和天气过程预报,开展 4~7 天逐日要素滚动预报,尝试开展了未来 11~20 天的延伸期预报业务;精细化天气要素预报得到持续不断发展,实现了以 MOS 和多模式集成为核心技术的国内、外 2500 多个站点的温度、降水、风等气象要素的精细化客观预报,建立了国家天气预报数据库(NWFD),建立了数值预报产品天气学检验业务。

表 1 中央气象台天气预报业务重要变动时间表

Table 1 Time list of important improvements in weather operational forecasts at the CMO

日期	天气预报业务重要变动
1994 年 6 月	通过中央电视台向公众提供 48~72 小时全国天气预报。
1996 年 8 月	制作国外城市 24 小时天气预报。
2001 年	正式发布短期 72 小时和中期 120 小时内的降水逐日滚动预报及第 6~10 天降水趋势预报,增发 48 小时国外城市天气预报。
2003 年	正式发布短期沙尘暴、雾、高温的 24 小时、48 小时和强对流天气 24 小时落区预报及中期 144 小时、168 小时降水逐日滚动预报。
2004 年 6 月	正式开展了短期灾害性天气及其次生、衍生灾害落区预报业务。
2007 年 3 月	下发全国 24 小时内 12 小时间隔降水预报、灾害性天气落区预报、重要天气预警信息、国外城市 48 小时预报、亚欧地面图分析等产品。
2008 年 6 月	新增了全国 24 小时内 6 小时间隔定量降水预报和数值预报产品天气学检验公报。
2009 年 4 月	开始下发强对流天气潜势预报产品。
2010 年 1 月	开始发布气象灾害预警。

## 2.2 台风预报服务能力稳步提高

1978 年以来的 30 年间,我国台风及海洋气象事业得到较大发展。在此期间,中央气象台致力于台风监测预警水平的提高,注意发挥国家级业务单位在台风警报服务体系中的指导和协调作用。随着我国气象监测系统的不断完善和台风路径数值预报水平的不断发展,中央气象台台风路径业务预报取得了很大的进步。国家级台风监测、预报及警报服务体系进一步完善,台风监测区域扩大至全球范围,热带气旋路径预报已由 72 小时延伸至 96 小时(表 2)。

台风综合预报路径误差呈现逐年减小趋势,2009 年,我国 24、48 和 72 小时台风路径综合预报误差分别为 119、205 和 299 km,其中 24 和 48 小时误差较 20 世纪 90 年代初减小了 50%,72 小时预报误差相当于 20 世纪 90 年代初的 48 小时预报水平,台风路径综合预报误差基本与世界先进水平相当。

表 2 中央气象台台风监测和预报业务重要变动时间表

Table 2 Time list of important experiments in typhoon monitoring and forecasting at the CMO

西北太平洋和南海区域	全球范围
2001 年 6 月,开展 72 小时预报业务试验。	
2003 年 5 月,正式发布 72 小时预报。	2003 年 5 月 15 日,开展孟加拉湾热带风暴的监测。
	2005 年 6 月,开展大西洋飓风监测。
	2006 年 4 月,开展全球热带气旋监测。
2007 年 5 月,开展 96 小时预报业务试验。	
2008 年,正式发布 96 小时预报。	
2009 年,开展 120 小时预报业务试验。	

## 2.3 数值天气预报业务能力全面提升

1978 年,中央气象台正式开展国家级数值预报

业务,30年来,已建立了包括全球三维变分资料同化、全球数值天气预报、区域/中尺度数值天气预报、全球集合预报、台风路径数值预报等模式系统为主的国家级数值预报业务体系,建立了东亚区域沙尘暴预报、全球海浪预报、紫外线指数预报、污染物扩散传输等专业数值预报模式系统,数值预报业务能力明显提高,全球中期数值天气预报系统(T639L60)可用预报时效达到了6.5天(见表3)。

表 3 中央气象台数值预报业务系统发展历程

Table 3 The development course of the NWP operational system at the CMO

时间/年.月	数值预报业务系统发展
1978	开始发展数值预报业务
1979	引进上海气象台 A 模式,形成传真产品
1981.09	北半球模式准业务试验
1982.02	B 模式业务化运行
1983.10	筹建全球中期数值天气预报业务系统建设
1990.01	T42L9 谱模式准业务运行(简称 T42)
1991.06	T42L9 业务化运行
1992.11	T63L16 谱模式试运行(简称 T63)
1994.06	T63L16 准业务运行
1995.06	T63L16 投入业务运行,预报时效较 T42 提高 1.5 天
1997.06	T106L19 谱模式业务化运行
2002.09	T213L31 谱模式业务化运行,可用预报天数达到 6 天
2007.12	T639L60 谱模式业务化运行,预报时效 6.5 天
2009.03	GRAPES-GFS 全球中期数值预报系统准业务运行

目前,国家气象中心的业务数值预报已建立起比较完整的数值天气预报业务体系,包括:中期预报模式为 T639L60(水平分辨率约为 28 km);区域预报模式为 GRAPES-MESO 中尺度预报模式(水平分辨率为  $0.15^\circ \times 0.15^\circ$ );台风路径预报模式、海浪预报模式、环境预报模式、集合预报等也都相继投入业务运行。在全国的天气预报业务和服务中发挥重要的作用。

## 2.4 预报平台迅速发展效益显著

1985年,计算机终端、卫星云图、雷达回波显示等系统被引入至中央气象台会商室,从美国引进的人机对话资料处理系统(MCI2DAS)投入业务应用;1994年,开发出第一套人机交互系统 MIPS;1996年,在 MIPS 的基础上开发了 MICAPS 1.0 系统,在中央气象台形成了人机交互系统的新的业务工作方式,实现了从传统的、以天气图和经验分析为主的作业方式向以数值分析产品为基础、以人机交互处理系统为主要平台、综合应用各种气象信息和各种先进技术方法的现代天气预报作业方式的转变,为预

报员提供了一个信息完整、高效便捷的工作平台,并在全国范围得到广泛应用;1996年,建立了短期、中期、延伸期等常规气象预报业务系统以及台风与海洋预报、环境预报、农业气象、环境气象等专业预报服务系统;2003年,中央气象台门户网站开始运行;2005年以来,全国决策气象服务系统、全国气象业务服务信息共享系统、气象灾情信息收集上报处理系统和气象灾害风险评估系统的建立,基本实现了国家、省、地、县之间的气象服务信息共享;2007年, MICAPS 3.0 系统的升级和新一代决策气象服务系统的开发与应用顺利完成;2008年, MICAPS 3.0 系统已在中央气象台和省级气象台推广应用,台风、海洋气象等专业版本和短时临近预报(SWAN)的研发初具成效;形成了完整的公共产品数据库(NWFD),实现了预报服务产品的统一管理和共享。

## 2.5 对内对外合作日新月异

1972年世界气象组织恢复我国在该组织的合法席位后,我国气象部门参与国际合作的频次明显加快,特别是改革开放以来,国家气象中心紧紧抓住发展机遇,积极开展国际合作与交流。

对外,自 1978 年开始,国家气象中心积极参加台风委员会活动和业务试验,是台风委员会的重要成员。目前,中央气象台是世界气象组织亚洲区域专业气象中心、环境紧急响应中心和 THORPEX(全球观测系统研究与可预报性试验)亚洲 TIGGE(交互式全球大集合)中心,在世界气象组织“北京 2008 年奥运天气业务与研究”等示范项目和世界天气信息网、亚洲航空气象服务网等实验计划中,也成为了具体项目实施的主体部门,在世界气象舞台中扮演着非常重要的角色。国家气象中心的科学家在世界气象组织各种专家组、工作组中承担着重要工作。目前,国家气象中心共有 10 位气象专家在世界气象组织世界天气研究计划 TIGGE 工作组、数值预报专家组等 12 个世界气象组织下属委员会及气象相关国际组织委员会中担当职务。

对内,国家气象中心以业务科研项目研发为纽带,加强与相关部委局、高等院校、科研院所、省级气象部门等的开放式合作。先后与国土资源部、交通运输部、农业部、水利部、林业局等建立了合作关系。从“七五”至“十五”期间,在全球中期数值预报模式、短期数值天气预报业务系统等重大科研项目研发



中,中国科学院大气物理研究所、北京大学、南京信息工程大学、南京大学、中国气象科学研究院、北京区域气象中心等单位都发挥了重要作用。“十一五”期间,国家气象中心承担的国家公益类行业专项、国家科技支撑等重要项目的一个显著特点,就是与众多的国内其他单位研发人员共同协作完成。

### 3 展望未来

现代天气业务以提高精细化基础上的预报准确率为核心,以数值预报等现代预报技术的发展及多种资料和预报技术的综合应用为支撑,以建设能够驾驭现代科学技术的预报员队伍为关键因素。国家气象中心将按照“只有专,才能精”的发展思路,积极探索专业化的科技支撑和技术发展路线,以现代天气业务指导意见为蓝本,提高天气预报准确率和精细化程度,着重加强以下几个方面的工作。

#### 3.1 数值天气预报业务

发展完善变分同化分析系统并业务运行。提高全球模式卫星遥感资料同化应用水平,卫星遥感资料能够占到所同化资料总量的 80% 以上。建立区域变分同化系统,有效同化应用多普勒天气雷达、卫星、自动站等高时空分辨率的稠密资料,实现逐小时快速资料同化分析。建立全球和区域数值预报模式系统。建立全球 25 km 分辨率和中国区域 3~5 km 分辨率的分析与预报系统。改进影响东亚区域预报技巧的降水过程、陆面过程的参数化方案,优化辐射过程中云的处理和预报方案,发展能反映中国天气气候特点的物理过程参数化方案。发展全球、区域集合预报系统并实现业务运行。全球集合预报的预报时效达到 2 周。完善中国 TIGGE 中心建设,发展多业务中心多模式集合预报集成技术;发展概率预报降尺度技术,进一步提高精细概率预报水平。

#### 3.2 天气分析业务

以多种观测资料和数值预报产品的综合应用为基础,以 MICAPS 系统为平台,逐步从以天气尺度分析为主的业务向天气尺度与中尺度分析相结合的业务转换。加强天气尺度和中尺度分析业务,特别强调对灾害性天气发生发展有明显影响的各种特征线、特殊区域、特征系统和物理量的分析。加强中尺度天气分析方面,加强对中尺度系统的空间结构、要

素配置和物理过程演变的认识和理解,准确判断灾害性天气的种类、强度和落区。加强数值天气预报产品检验、评估及订正业务。发挥国家级的人才优势,开展数值预报形势场、要素场以及主要天气系统的动态检验,分析误差规律;通过比较不同数值模式产品误差,分析数值预报产品相关特征线和特征天气系统的演变规律,订正主要天气系统的移动、强度等信息,提高数值预报产品的使用能力。

#### 3.3 天气预报业务

以多种资料融合技术、高分辨率数值预报和集合数值预报产品为基础,以数值预报产品释用技术和预报员经验为依托,利用动力和统计相结合的技术,开展无缝隙的天气预报业务。加强强对流天气预报业务。利用 SWAN 系统技术,加强预报员对高分辨率快速分析预报产品的分析和应用,完善和发展基于多种资料的灾害性天气发生发展的动力热力特征物理参数客观诊断分析技术。增强对中尺度天气系统及其特征物理量的综合分析能力。建立基于集合预报的短时灾害性天气概率预报业务。加强定量降水估计(QPE)和定量降水预报(QPF)业务。利用短时临近预报预警系统(SWAN)中已有的定量降水估测技术,综合应用卫星、雷达及加密自动观测资料,形成覆盖全国范围的定量降水估测产品(QPE)。发展主观等级降水预报与高分辨率数值模式产品融合的定量降水预报(QPF)技术,定时制作 72 小时预报时效内时间分辨率为 6 小时的降水预报产品。加强灾害性天气中期和延伸期概率预报业务。利用中期集合数值预报产品的释用技术,发展高温、强降水、低温冷害等灾害性天气中期概率预报方法,开发相应的概率预报产品;发展海陆气耦合模式及其集合预报业务系统,研发延伸期降水和温度距平概率预报产品。加强台风精细化预报和海洋气象预报业务。提高台风路径和强度预报能力以及风雨预报精细化水平。72 小时预报时效内时间分辨率达 12 小时;24 小时台风路径预报误差接近 100 km,台风强度预报误差降至  $4.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  左右。发展台风路径和强度的中期预报方法,尤其大力发展基于全球模式和区域模式基础上的集成预报、集合预报和概率预报技术,延长台风预报时效至 120 小时,发布台风强度和路径概率预报产品。加强气象要素精细化预报业务。重点完成数值预报产品释用平台(MEOFIS)推广和开展基于 T639 模式及业务化的区域数值预报模

式的解释应用工作。为全国数值预报产品释用的科研和业务工作提供技术和参考。

### 3.4 预报技术总结和产品检验业务

建立常态化的预报技术总结机制,推进预报技术总结的系统化和深度发展。加强天气业务产品的检验。建立预报技术总结交流机制。中央气象台将继续建立常态化的预报技术总结机制,及时总结各地发生的重大天气过程,积累预报经验,凝练相关科学问题。建立分类预报产品检验业务。改进常规气象要素预报检验业务,建立并完善灾害性天气短时临近预报、灾害性天气落区预报、中期天气预报和延伸期天气趋势预报的检验业务,加强业务数值模式预报性能的实时检验评估业务。强调中央气象台各类预报相对于数值预报的提高率。

### 3.5 预报业务的技术系统

完善全国通用的气象信息综合分析处理系统(MICAPS),完善全国标准化与地方化结合的短时临近预报业务系统(SWAN),建立全国精细化预报产品共享数据库(NWFD)。改进和完善气象信息综合分析处理系统(MICAPS)。进一步确立 MICAPS 在全国天气预报综合业务平台的核心和基础地位,建立集约化、专业化地发展全国适用的 MICAPS 平台系统。未来 3 年,将发布 MICAPS 3.2 版,升级各专业版本,发布 WEB 版本,开发跨平台统一框架版本,发布 MICAPS 3.1 和 3.2 版本对应

的英文版本。实现微机版和工作站版软件框架的融合,形成标准的基础软件框架,支持 MICAPS 及其各专业版本的开发。加强短时临近预报业务系统(SWAN)建设。继续开展全国灾害性天气短时临近预报业务系统(SWAN)研发和推广应用。提高对雷达、卫星、自动气象站和中尺度快速同化资料的使用水平;实现短时强降水、冰雹、雷暴大风、龙卷等中小尺度天气系统的自动识别;建立定量降水估测和临近预报、强对流短时和临近预报、闪电临近预报等方法,并基于 MICAPS 技术框架实现产品的综合显示和分析。各级气象台在该系统的规范和标准功能体系下结合地方灾害性天气特点建立本地化的短时临近预报业务系统。建立和完善精细化天气预报产品共享数据库(NWFD)。完善全国精细化预报产品共享数据库(NWFD),该库将包括 7 天全国县市和 5 km 格点的气象要素客观释用产品,实现要素预报结果实时提供、网上直接调用、结论实时评定等功能。

**感谢:** 曲晓波、王建林、毛冬艳、宋云、罗兵、钱传海等对本文的完成做出了重要的贡献。

### 参考文献

- [1] 廖洞贤. 我国数值天气预报的起步. 刘英金主编. 风雨征程—新中国气象事业回忆录第一集[M]. 北京:气象出版社,2006.
- [2] 郑国光. 气象部门改革开放 30 周年纪念文集[M]. 北京:气象出版社,2008:1-701.
- [3] 现代天气业务发展指导意见,气发(2010)1 号